Aus der Chirurgischen Klinik B der Universität Düsseldorf
(Direktor: Prof. Dr. med. W. Bircks)

Ergebnisse nach Herzklappenersatz

Erfassung der Operationsjahrgänge 1961 – 1970

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Hans Hubert Hoß

1979

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544321_0050

Aus der Chirurgischen Klinik B der Universität Düsseldorf

(Direktor: Prof. Dr. med. W. Bircks)

ERGEBNISSE NACH HERZKLAPPENERSATZ

ERFASSUNG DER OPERATIONSJAHRGÄNGE 1961 - 1970

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Hans Hubert Hoß

1979

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

gez.: Prof. Dr. Reinauer

Referent
gez.: Prof. Dr. Schulte

Korreferent
gez.: Prof. Dr. Seipel

Meinem Vater

INHALTSVERZEICHNIS

I) EINLEITUNG

1) Entwicklung von Herzklappenprothesen 1

2) Chronologischer Abriss über Implantationszeiträume verschiedener Prothesentypen an der Chirurgischen Universitätsklinik Düsseldorf 5

3) Ziel und Fragestellung der Arbeit 6

II) METHODE

1) Patientengut 7

2) Operationstechnik

a) Aortenklappenersatz 9

b) Mitralklappenersatz 11

3) Nachuntersuchung 12

4) Auswertung 12

III) ERGEBNISSE

A) Aortenklappenersatz 14

1) Fascia-Lata-, Mc Goon-, Bahnson-, Hufnagel-Prothesen 14

2) Starr-Edwards und Smeloff-Cutter Prothesen 15

a) Frühletalität 15

b) Spätletalität 17

c) Überlebensrate nach der Aktuarial-Methode 19

d) Komplikationen bei Spätverstorbenen und Überlebenden 20

e) Allgemeinzustand und Arbeitsfähigkeit bei Überlebenden 22

B) Mitralklappenersatz 24

1) Hammersmith-Alvarez-, Cross-Jones-Prothesen 24

2) Starr-Edwards, Smeloff-Cutter und
Cooley-Boodwell Prothesen 24
a) Frühletalität 25
b) Spätletalität 27
c) Überlebensrate nach der Aktuarial-Methode 28
d) Komplikationen bei Spätverstorbenen
und Überlebenden 29
e) Allgemeinzustand und Arbeitsfähigkeit
bei Überlebenden 31

C) Mehrfachklappenersatz 33

IV) DISKUSSION 35

V) ZUSAMMENFASSUNG 44

LITERATURVERZEICHNIS 45

LEBENSLAUF

I) EINLEITUNG

1) Entwicklung von Herzklappenprothesen

Die prothetische Herzklappenchirurgie begann im Jahre 1952, als Hufnagel mehreren Patienten zur Behebung einer schweren Aorteninsuffizienz ein Kugelventil mit starrem Plexiglasgehäuse in die Aorta descendens implantierte (1). Leider musste er später berichten, daß bei den Überlebenden, trotz der Minderung des Refluxes, keine wesentliche Besserung der Hämodynamik und des subjektiven Befindens eingetreten war. Im Gegenteil waren bei den Patienten pectanginöse Zustände postoperativ aufgetreten, die er durch den weit distalen Sitz der Klappe erklärte, wodurch es zu einem Abfall des Mitteldruckes und damit zu einer Verminderung der Koronardurchblutung gekommen war (2).
Aus diesem Grunde bemühte man sich in den folgenden Jahren, Klappen in einer der Natur nachgebildeten Bauart zu konstruieren, die man zudem in subkoronarer Position implantieren konnte. Am Anfang stand dabei Bahnson (3), der Einzeltaschen aus Teflon entwickelte, dann folgten Mc Goon (4) mit einer bikuspidalen, Muller (5) mit einer trikuspidalen Klappe aus dem gleichen Material und Hufnagel (6), der Einzeltaschen und Dreizipfelklappen aus Teflon, später dann aus Polypropylen mit einem Silikonüberzug einführte. Trotz guter hämodynamischer Anfangsergebnisse kam es in allen Fällen bald zu Fibrinauflagerungen, sekundärer Fibrosierung und Kalkeinlagerung, die zu einer Verdickung und Versteifung, und dadurch bedingt endlich zu einer erneuten Verschlechterung der hämody-

namischen Situation führten. Da die Probleme der Materialermüdung bei diesen Klappentypen damals unlösbar schienen und es auch heute noch teilweise sind, verlagerte man die Bemühungen auf technische Ventile, die nun keine Nachbauten der natürlichen Herzklappen mehr waren. Harken wählte dazu ein einfaches Kugelventil, das er 1960 erfolgreich in Aortenposition implantierte (7).

Parallel dazu gingen die Bemühungen, anstelle der erkrankten Mitralklappe eine Klappenprothese zu implantieren. Im Jahre 1961 ersetzte Starr (8) die Mitralklappe eines Patienten durch ein Kugelventil, nachdem schon vorher unbefriedigende Versuche von Morrow (9) mit einer der Natur nachgebildeten bikuspidalen Klappe aus Polyurethan und von Ellis (10) mit einer monokuspidalen Scharnierklappe durchgeführt worden waren. Der Klappentyp von Starr und Edwards wurde in der folgenden Zeit laufend verbessert und gehört auch heute noch zu den verläßlichsten und am häufigsten implantierten Herzklappenprothesen bei Aorten- und Mitralklappenersatz. Charakteristikum dieser Prothese ist ein Silikon-Kautschukball, später teilweise ersetzt durch eine Metallkugel aus Stellite 21, und ein einfacher Fangkäfig, wobei der Verschlussball einen grösseren Umfang als der innere Klappenring hat. Dieses rechnerisch ungünstige Verhältnis im Hinblick auf eine prothesenbedingte Stenose versuchte Smeloff mit einer Doppelkäfigklappe, bei der der Kugeläquator geringfügig kleiner ist als der Durchmesser des

inneren Klappenringes, zu verbessern (11). Außerdem sollten durch einen geringen Reflux zwischen Kugel und Innenring Totwasserzonen vermieden (self washing effect) und gleichzeitig Prothesenstenosen so gering wie möglich gehalten werden.

Einige Mißerfolge bei Klappenimplantationen, vor allem in Mitralposition, versuchte man sich zu erklären durch eine mechanische Irritation des Septums, bedingt durch den grossen Käfig der Kugelklappenprothesen, wodurch postoperative Rhythmusstörungen und Teilverlegungen der Ausflussbahn verursacht worden sein sollen. Aus diesem Grunde konstruierte man Scheibenklappen (low profile valves), die eine sehr niedrige Implantationshöhe haben, dafür allerdings Nachteile mitbrachten, wie ungünstigere hydraulische Eigenschaften und höheren Abrieb durch die Käfigstreben. Dadurch kam es zur Entstehung von Randkerben, die eine Verklemmung der Scheibe verursachen konnten. Die am häufigsten implantierten Typen dieser Klappenprothesen waren die Scheibenklappen von Cross-Jones (12), von Kay-Shiley (13) und von Cooley-Bloodwell (46). Einen Übergang zu den Kippscheibenklappen stellte die Hammersmith-Alvarez Klappe dar, die im Jahre 1967 vorgestellt wurde. Bei dieser Klappe vollführt der Schliesskörper aus Polypropylen eine leichte Kippbewegung in Richtung des Blutstromes. Er wird dabei von drei bzw. zwei zum Aussenrand der Klappe hin geknickte Füsschen im Klappenring gehalten.

Den nächsten und bisher letzten Schritt in der Entwicklung von Klappenprothesen stellen die Kippscheibenklappen von Wada-Cutter, Björk-Shiley und Lillehei-Kaster dar.

Die Wada-Cutter Klappe wurde 1966 vorgestellt und besteht aus einem mit Teflon überzogenen Klappenring, in dem ein Schliesskörper aus Halon in einem Scharnier im Ring pendelt. Der mögliche Öffnungswinkel beträgt 60 Grad und erlaubt einen bedingt zentralen Durchfluss. Allerdings ist das Verhältnis zwischen Öffnungsfläche und Implantationsfläche sehr gering und beträgt nur 30% (14).

Die Björk-Shiley Klappe, eingeführt 1969, besitzt zwei verschieden grosse Bügel, die auf einer Seite in eine tellerförmige Aussparung des scheibenähnlichen Schliesskörpers fassen und ihm einen Öffnungswinkel von 60 Grad erlauben (15). Auch bei dieser Klappe ist der Durchfluss nur bedingt zentral.

Die Lillehei-Kaster Klappe ist eine weitere Kippscheibenklappe mit einem Öffnungswinkel der Scheibe von 80 Grad und einem Öffnungsfläche-Implantationsfläche Verhältnis von 56%. Sie wurde 1970 von Lillehei eingeführt (16, 17) und hat eine gabelförmige Führung der Scheibe, die an zwei anderen Punkten scharnierartig aufgehängt ist. Dadurch wird der grosse Öffnungswinkel und der theoretisch fast zentrale, zweigeteilte Fluss durch die Klappe ermöglicht.

a) Chronologischer Abriß über Implantationszeiträume verschiedener Prothesentypen an der Chirurgischen Universitätsklinik, Düsseldorf

An der Chirurgischen Universitätsklinik in Düsseldorf wurden die ersten Herzklappenprothesen im Jahre 1961 implantiert, und zwar Mc Goon Klappen in Aortenposition. Im folgenden Jahr setzte man Hufnagel- und 1963 Bahnson Einzeltaschen anstelle der Aortenklappen ein. Alle drei Klappentypen waren nicht sehr erfolgreich, was später auch durch andere Autoren belegt wurde (18), so dass man, ebenfalls 1963, damit begann, Starr-Edwards Kugelventile zu verwenden, wie man es schon seit 1962 in Mitralposition getan hatte. Dieser Klappentyp wurde in den folgenden Jahren immer wieder in mehrmals verbesserten Modellen verwendet und zählt auch heute noch zu den "Standard"-Herzklappenprothesen. Ab 1967 wurde dann die Smeloff-Cutter Klappe, sowohl als Aorten- wie auch als Mitralklappenersatz, implantiert. Von 1968 bis 1970 ersetzte man die Mitralklappe auch durch Cooley-Bloodwell Prothesen. In ganz wenigen Exemplaren wurden auch noch Cross-Jones und Hammersmith-Alvarez Prothesen in Mitralposition und gerüstgestützte Fascia-Lata Klappen nach Senning-Ionescu in Aortenposition implantiert.

Diese Vielzahl von verschiedenen Prothesentypen zeigt die damals bestehende Unsicherheit aller Kardiochirurgen, welche der laufend neuentwickelten Klappentypen optimal oder zumindest besser als die vorher

entwickelten seien. Die kurz hintereinander erschienenen Veröffentlichungen verschiedener Autoren über einen bestimmten Klappentyp ergaben fast immer mehr oder weniger stark differierende Ergebnisse, so daß man anfangs fortwährend dazu verleitet wurde, auf neue und noch wenig erprobte Prothesen zurückzugreifen.

3) Ziel und Fragestellung der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, die in der Zeit von 1961 bis 1970 mit Herzklappenprothesen versorgten Patienten zu erfassen, Daten über ihren weiteren Lebenslauf zusammenzustellen und zu Informationen zu verarbeiten, die Aufschluss darüber geben, inwieweit eine Verwendung künstlicher Herzklappen vom Typ des Kugelventils nach Starr-Edwards weiter gerechtfertigt erscheinen kann.

II) METHODE

1) Patientengut

Von 1961 bis 1970 wurden an der Chirurgischen Universitätsklinik Düsseldorf 326 Patienten mit Herzklappenprothesen versorgt. Diese Gesamtzahl setzt sich aus 180 Aortenklappenersatzoperationen, 127 Mitralklappenersatzoperationen und 19 Mehrfachklappenersatzoperationen zusammen. Beim Mehrfachklappenersatz wurden 16 mal Aorten- und Mitralklappe, zweimal Mitral- und Tricuspidalklappe und einmal Aorten-, Mitral- und Tricuspidalklappe ersetzt. Insgesamt wurden 346 Herzklappenprothesen implantiert.
Beim Aortenklappenersatz ergab sich ein Überwiegen der mannlichen Patienten im Verhältnis 1 / 0,34 zu den weiblichen Patienten. Beim Mitralklappenersatz zeigte sich ein umgekehrtes Verhältnis mit einer Mehrzahl weiblicher Patienten im Verhältnis 1 / 1,40 (Abb. 1).
Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Operation lag beim Aortenklappenersatz bei 37,6 Jahren, beim Mitralklappenersatz bei 38,4 Jahren.
Der Schweregrad der Erkrankung zur Zeit der Operation wurde nach dem Schema der New York Heart Association (NYHA), das sich nur nach dem klinisch erfassbaren Ausmass der Leistungsbreite oder der Leistungseinschränkung richtet, beurteilt. Dabei bedeutet Schweregrad I : keine Dyspnoe in Ruhe oder bei Belastung; Schweregrad II : keine Dyspnoe in Ruhe, aber unter stärkerer körperlicher Belastung; Schweregrad III :

keine Dyspnoe in Ruhe, aber bei leichtester körperlicher Belastung; Schweregrad IV : Dyspnoe in Ruhe und bei Belastung, Zeichen der manifesten Herzinsuffizienz (25). Im Aortenklappenkollektiv findet sich ein Stadium IV Anteil von 12,7 %, im Mitralklappenkollektiv ein Anteil von 25,6 %.
Konservativ, also klappenerhaltend voroperiert waren 2,5 % der mit Aortenklappenersatz und 37,2 % der mit Mitralklappenersatz operierten Patienten.
Voroperationen mit Klappenersatz in Aortenposition waren in 5,0 %, in Mitralposition in 0,8 % vorausgegangen.
Zusätzliche Herzerkrankungen wie Herzwandaneurysmen, Koronararterienanomalien, Perikardverkalkungen, Anomalien der grossen Gefässe fanden sich bei 8,2 % der Aorten- und bei 6,6 % der Mitralklappenoperationen.

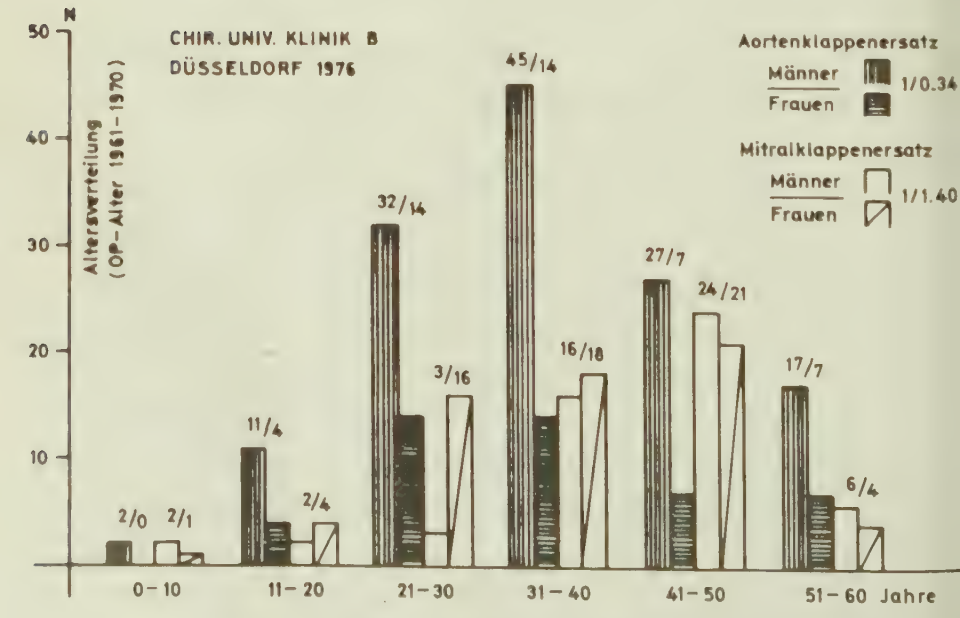

Abb. 1 : Alters- und Geschlechtsverteilung

1961 – 1970	Aortenklappenersatz	Mitralklappenersatz
N	180	127
Durchschnitts – lebensalter	37,6	38,4 Jahre
Stadium IV Anteil	12,7	25,6 %
Konservativ Voroperierte	2,5	37,2 %
Voroperationen mit Klappenersatz	5,0	0,8 %
zusätzliche Herzerkrankungen	8,2	6,6 %

Tab. 1 : Patientengut

2) Operationstechnik

a) Aortenklappenersatz

Beim Aortenklappenersatz wird nach medianer, transsternaler Eröffnung des Thorax unter Schonung des Thymus der Herzbeutel auf der Höhe der Konvexität eröffnet. Es folgt die Inspektion und Palpation des Herzens und der grossen Gefässe zur intraoperativen Sicherung der kardiologischen Diagnose und die Druckmessung im linken Vorhof, im linken Ventrikel und in der Aorta.

Nach Kanülierung der Arteria iliaca externa dextra, später nach Direktkanülierung der Aorta ascendens, und nach Gabe von 90 mg Heparin / m^2 Körperoberfläche werden die Cavaschläuche durch das zuvor eröffnete rechte Herzohr in die untere und obere Hohlvene eingeführt. Dann erfolgt der Übergang auf den extrakorporalen Kreislauf mit der Herzlungenmaschine. Nach Drosselung der Hohlvenen und Querabklemmung der Aorta ascendens wird diese durch Schräginzision oberhalb der Klappenebene eröffnet. Zur Versorgung des Myokards werden anschliessend die Coronararterien kanüliert und mit arterialisiertem Blut aus der Herzlungenmaschine perfundiert.

Die Klappe wird nach Inspektion unter Belassung eines girlandenförmigen Saumes exzidiert. Die wahl der Prothesengrösse wird entschieden nach Messung der Aortenbasis mit einem Obturator. Man legt Einzel U-Nähte an der ganzen Zirkumferenz der Aortenbasis und setzt die Prothese in die gelegten Nähte ein. Die Prothese wird ventrikelwärts in subcoronare Position heruntergedrückt, die Nähte werden verknotet und die überstehenden Fäden kurz abgeschnitten. Dann erfolgt der Verschluss der Aorteninzision mit fortlaufender Naht und die Entlüftung des Herzens.

Die extrakorporale Zirkulation wird beendet durch kontinuierliche, der Herzleistung angepasste Reduktion der Perfusion. 10 - 15 min nach Beendigung der extrakorporalen Zirkulation wird eine Kontrolldruckmessung im linken Ventrikel und in der Aorta durch-

geführt. Die Operation wird beendet durch Entfernen der Cavaschläuche, Verschliessen des Herzohres, Gabe von Protaminsulfat, Rekonstruktion der Beckenarterie bzw. Verschluss der Aortotomie, Blutstillung und Revision sämtlicher Nahtstellen, Drainage des perikardialen und substernalen Raumes, Drahtnaht des Sternums und Verschluss der Thorakotomiewunde und der Leisteninzision (22).

b) Mitralklappenersatz

Anfangs wurde die rechtsseitige Thorakotomie durch den 4. oder 5. Interkostalraum am linksseitig gelagerten Patienten als optimaler Zugang beim Ersatz der Mitralklappe angesehen. Präoperativ musste allerdings ein begleitendes Aortenvitium ausgeschlossen worden sein. Allgemein gilt heute die Freilegung des Herzens durch mediane Sterno- und Perikardiotomie als Standardzugang. Die Operation wurde in Perfusionshypothermie (28 - 30°C) bei intermittierender Aortenabklemmung durchgeführt. Das Herz wird rechts durch Längsinzision des linken Vorhofs dicht hinter dem Sulcus interatrialis eröffnet und der Klappenapparat beginnend mit einer Stichinzision randnah in der Mitte des aortalen Segels exzidiert. Man belässt einen 2-3 mm breiten Saum, die Sehnenfäden werden vollständig entfernt, die Papillarmuskelköpfe gekappt und Kalkreste sorgfältig entfernt. Die Grösse des Klappenmodells wird mit Paßstücken bestimmt. Man fixiert die Prothese mit 4 Haltenähten, anschliessend werden Einzelknopfnähte gelegt und die Klappe in ihrer endgültigen Position befestigt.

Nach der Implantation der Prothese erfolgt die Entlüftung des Herzens durch Punktion der elevierten linken Ventrikelspitze und der Aorta.
Die Operation wird beendet durch Verschluss der Thorakotomiewunde nach Drainage der Perikardhöhle und des Substernalraumes (23).

3) Nachuntersuchung

Mit Stichtag Mai 1976 wurden die Hausärzte von 156 Patienten, die in den Krankengeschichten des Archivs der Chirurgischen Universitätsklinik Düsseldorf als überlebend ausgewiesen waren, angeschrieben mit der Bitte um Auskunft über Komplikationen, Allgemeinzustand, Arbeitsfähigkeit und bei eventuellem Tod über die Todesursache. Dieser Nachuntersuchung entgingen 30 Patienten (9,2% des Gesamtkollektivs). Die Gründe dafür waren: unbekannt verzogene Patienten, ins Ausland zurückgekehrte Patienten und fehlende Auskünfte (z.B. Hausarzt verstorben).

4) Auswertung

Zur besseren Vergleichsmöglichkeit mit den Ergebnissen anderer Herzzentren wurden die Überlebensraten und das Thrombembolierisiko nach der Aktuarial-Methode errechnet. Diese Methode erhielt ihren Namen im Jahre 1950 von Berkson und Gage (19) und basiert auf der in der Versicherungsstatistik üblichen Sterbetafelberechnung, die ein nicht geschlossenes Kollektiv in die Errechnung der Absterberate einbezieht. Außerdem können nach der Aktuarial-Methode für einen bestimmten Zeitraum nicht nur die Operierten herange-

zogen werden, die diesen Zeitraum ganz überlebt haben, sondern alle Operierten tragen zum Kurvenverlauf bei. Dies ist besonders wichtig, da, vor allem vor längeren Jahren, die Patientenzahl, die pro Jahr operiert wurde, relativ klein war und so ohne dieses Verfahren für eine Überlebensrate von zum Beispiel 10 Jahren ein für die Statistik nicht repräsentatives Ergebnis gebracht hätte (20).

Die Zahl der Operierten, die mindestens ein Jahr beobachtet wurden, setzt sich aus der Gesamtzahl der Operierten der einzelnen Jahrgänge zusammen minus den im ersten Jahr Verstorbenen. qx_1 ist der Quotient aus Verstorbenen zu Überlebenden pro Jahr, das bedeutet, qx_1 ist das Sterberisiko für die Zeit von der Operation bis zum Ende des ersten Jahres. px_1 ist die Komplementärzahl dazu und damit die Überlebenschance für das erste Jahr nach der Operation. Ebenso werden qx und px für die folgenden Jahre errechnet (21).

Diese Ergebnisse lassen sich graphisch darstellen und ermöglichen eine Kalkulation der Überlebensrate für einen beliebigen Zeitraum nach der Operation und geben damit einen Überblick über die Risikoabschätzung beim Herzklappenersatz.

In gleicher weise lässt sich nach dieser Methode auch das Risiko für prothesenspezifische Komplikationen ausdrücken.

III) ERGEBNISSE

A) Aortenklappenersatz

Die Zahl der durchgeführten Aortenklappenersatzoperationen an der Universität Düsseldorf im angegebenen Zeitraum beträgt 180, darunter 3 gerüstgestützte Fascia-Lata-, 5 Mc Goon-, 5 Bahnson- und 9 Hufnagel-Prothesen (Tab. 2).

1) Fascia-Lata-, Mc Goon-, Bahnson-, Hufnagel-Prothesen

Wegen der geringen Zahl werden die Ergebnisse dieser 4 Klappentypen vorweggenommen. Zwei der drei Patienten mit Fascia-Lata-Prothesen gehörten dem Stadium IV nach NYHA an, einer der beiden hatte zusätzlich einen Ventrikelseptumdefekt und eine Coronararterienanomalie, beim anderen handelte es sich um einen Zustand nach Myokarditis mit zahlreichen Episoden von Kammerflimmern. Beide verstarben in tabula. Der dritte Patient hatte zusätzlich zur artefiziellen Aorteninsuffizienz als Zustand nach früherer Resektion einer subvalvulären Aortenstenose zwei kleinere Ventrikelseptumdefekte und eine hochgradige Tricuspidalinsuffizienz und verstarb am zweiten postoperativen Tag an einer Herzinsuffizienz. Bei den Patienten mit Mc Goon-Klappen fand sich eine Frühletalität von 40 % gleich zwei von fünf Patienten (1. akutes Herzversagen, Nierenversagen; 2. akute Herzinsuffizienz). Ein Patient verstarb nach fünf Monaten an einer Prothesendehiszenz, ein anderer nach einem Jahr an einem perforierten Aortenaneurysma. Der fünfte Patient, operiert 1961, wurde 1969 reoperiert wegen einer Pro-

thesenstenose und lebt heute noch mit der dann implantierten Starr-Edwards Klappe.
Zwei von fünf Bahnson-Klappenträgern starben in tabula an Herzversagen, drei Patienten verstarben nach dem 30. postoperativen Tag (1. Nahtinsuffizienz im Bereich eines intraoperativ verschlossenen Ventrikelseptumdefektes nach 36 Monaten; 2. Endocarditisrezidiv, Nahtinsuffizienz, Rechts-, Linksinsuffizienz nach 18 Monaten; 3. unbekannte Todesursache im 13. postoperativen Jahr).
Drei Patienten mit Hufnagel-Prothesen verstarben innerhalb der ersten 30 Tage (1. in tabula, Herzversagen; 2. Kammerflimmern, akutes Herzversagen; 3. Urämie).
Die übrigen sechs Patienten kamen nach einer durchschnittlichen Überlenszeit von 30 Monaten ad exitum, fünf davon nach multiplen peripheren Embolien mit Herzversagen und einer mit unbekannter Todesursache im 9. postoperativen Jahr (Tab. 2).

2) Starr-Edwards und Smeloff-Cutter Prothesen

Nach Abzug dieser 22 Aortenprothesenträger bleiben 158 Patienten, die in 106 Fällen eine Starr-Edwards und in 52 Fällen eine Smeloff-Cutter Prothese erhielten.

a) Frühletalität

Innerhalb der ersten 30 Tage postoperativ verstarben 37 Patienten mit Aortenklappenersatz, davon 27 Starr-Edwards (SE) Klappenträger gleich 25,5 % und 10 Smeloff-Cutter (SC) Klappenträger gleich 19,2 %.

Fünf der 27 SE Patienten gleich 4,7 % der Gesamtzahl starben in tabula, ebenso drei von 10 SC Patienten gleich 5,8 %.

Aortenklappenersatz Chir. Univ. Klinik B, Düsseldorf

1961 – 1970	N	NYHA IV	Frühletalität	Spätletalität	Überlebende
Starr – Edwards SE	106	12,3% (13)	25,5% (27)	30,2% (32)	44,3% (47) 4.886 PM
Smeloff – Cutter SC	52	13,5% (7)	19,2% (10)	26,9% (14)	53,9% (28) 2.435 PM
Hufnagel H	9	11,1% (1)	(3)	180 PM (6)	∅
Bahnson B	5	(2)	(2)	192 PM (3)	∅
Mc Goon MG	5	(0)	(2)	18 PM (1)	1 Re Op 1969 SE
Fascia lata FL	3	(2)	(3)	∅	∅
$\sum$	180	13,9% (25)	26,7% (47)	31,1% (57)	42,2% (76) 7.321 PM

Tab. 2

Die häufigste Todesursache war das Herzversagen bei 27 gleich 73,0 % der Patienten. Zum Tod durch cerebrale Komplikationen kam es in vier Fällen (11,0 %). Zwei Patienten (5,4 %) kamen durch eine gastrointestinale Blutung ad exitum. Einer Pneumonie, einer Blutgerinnungsstörung, einer Nahtdehiszenz und einer Sepsis erlag je ein Patient (je 2,7 %).
12 der 37 Patienten gleich 32,4 % gehörten dem Stadium IV nach NYHA an gegenüber nur 8 % bei den Überlebenden und 4,3 % bei den Spätverstorbenen.

Bei vier Patienten, bei denen eine Aortenklappenkorrektur versucht wurde, war man dann doch wegen nicht gelungener Korrektur zum Klappenersatz in gleicher Sitzung gezwungen worden. Drei der vier Patienten verstarben innerhalb der ersten 30 Tage post operationem. Der vierte Patient zählt zu den Überlebenden.

Der Anteil an Patienten mit zusätzlichen Herzerkrankungen ist bei den Frühverstorbenen mit fünf Operierten gleich 13,5 % höher als bei den Überlebenden mit 4,0 % und den Spätverstorbenen mit 10,9 %.

Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Operation zeigt keine Unterschiede zwischen Überlebenden, Früh- und Spätverstorbenen (Tab. 3).

	Überlebende	Frühletale	Spätletale
Stadium IV Anteil	6/75 = 8 %	12/37 = 32,4 %	2/46 = 4,3 %
Versuch der Klappenerhaltung, dann Klappenersatz	1/75 = 1,3 %	3/37 = 8,1 %	0/46
Patienten mit zusätzlichen Herzerkrankungen	3/75 = 4,0 %	5/37 = 13,5 %	5/46 = 10,9 %
Durchschnittslebensalter in Jahren	36,4	39,3	38,3

Tab. 3 : Aortenklappenersatz (SE und SC Prothesen)

b) Spätletalität

Nach dem 30. postoperativen Tag verstarben 46 Patienten mit Aortenklappenersatz (29,1 %), davon 32 SE Klappenträger gleich 30,2 % und 14 SC Klappenträger

gleich 26,9 % (Tab. 2).

Bei 16 Patienten gleich 34,8 % blieb die Todesursache unbekannt. Die restlichen 30 Patienten zeigen in 29 Fällen Todesursachen, die in enger Beziehung zur kardialen Vorerkrankung stehen (ein Patient verstarb an einer Lymphogranulomatose). Neun Operierte oder 19,6 % erlagen einem akuten Herzversagen, sieben Patienten oder 15,2 % einer Hirnembolie (Tab.4).

Klappentyp	SE	SC	∑
N	32	14	46
akutes Herzversagen	5	4	9 = 19,6 %
Hirnembolie	5	2	7 = 15,2 %
Sepsis	2	1	3
Endocarditis mit Hirnembolie	2	1	3
Endocarditis mit Abriß der Klappe	2		2
Mediastinalabszess		1	1
Milzblutungsop; Leberzirrhose	1		1
intraoperativ bei Aortenaneurysma Op	1		1
akutes Herzversagen bei Verkantung d.Ventils		1	1
Re – re – re Op wegen Hämolyse		1	1
Lymphogranulomatose		1	1
unbekannt	14	2	16 = 34,8 %

Tab. 4 : Ursachen für Spätletalität beim Aortenklappenersatz

Zwei der SE-Klappenträger gleich 4,3 % kamen durch eine Endokarditis mit darauf folgendem Abriss der Klappe ad exitum. Jeweils drei Patienten oder 6,5 %

verstarben an einer Sepsis und an einer Endokarditis mit Hirnembolie.

Zwei Patienten starben in tabula bei auswärts durchgeführten Operationen, und zwar der erste während einer Milzblutungsoperation bei Leberzirrhose und der zweite im Verlauf einer Aortenaneurysmaoperation.

Ein Patient erlag einem Mediastinalabszess.

In einem Fall gleich 2,2 % kam es zu einer Klappenfunktionsstörung einer Smeloff-Cutter Prothese. Der Patient verstarb an einer akuten Aorteninsuffizienz durch Verkantung des Kugelventils.

In einem weiteren Fall starb ein Patient bei der dritten Operation mit jeweiligem Klappenersatz an einem Nierenversagen. Der Ersatz einer SC Prothese durch eine SE Klappe war 8 Monate nach der Implantation notwendig geworden, weil sich eine schwere Aorteninsuffizienz durch Nahtausrisse bei rezidivierender bakterieller Endokarditis ausgebildet hatte. Vier Monate später wurde diese Klappe dann nochmals gegen eine neue SE Prothese ausgetauscht wegen wiederum aufgetretener Insuffizienz. Auch bei dieser Klappe kam es abermals zu einem Randleck. Die dadurch bedingte überaus starke Hämolyse machte 56 Monate später den Austausch der SE Klappe gegen eine Björk-Shiley Prothese erforderlich. In der Folge dieses Eingriffs stellte sich ein Nierenversagen ein, dem der Patient erlag.

c) Überlebensrate nach der Aktuarial-Methode

Der Verlauf der Überlebenskurven für das SE und SC Kollektiv ist entsprechend der annähernd gleichen Früh- und Spätletalität weitgehend gleichgerichtet.

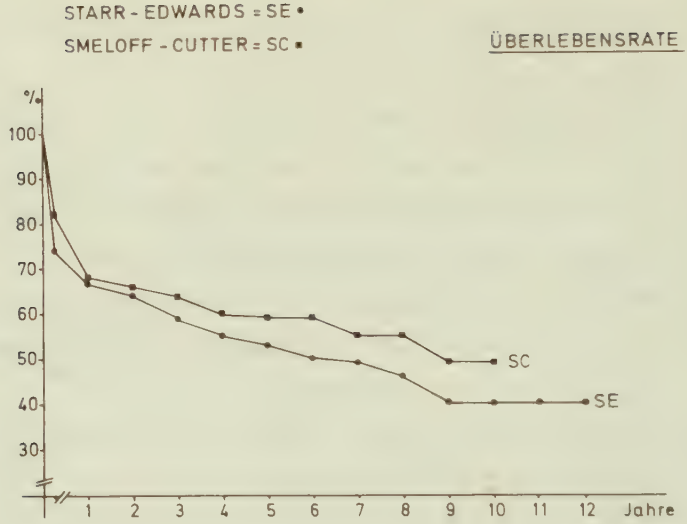

Abb. 2 : Aortenklappenersatz - Überlebensrate

Die 5-Jahresüberlebensrate beträgt 53 % (SE), bzw. 58 % (SC) und ist nach 10 Jahren mit 40 % (SE) und 49 % (SC) anzugeben (Abb. 2).

d) Komplikationen bei Spätverstorbenen und Überlebenden

Als häufigste klappenbedingte Störungen bei Spätverstorbenen und Überlebenden wurden Thrombembolien, rezidivierende kardiale Insuffizienzen, hämolytische Anämien, Prothesenfehler und paravalvuläre Insuffizienzen gefunden.

Die Thrombembolierate wurde zuerst nach der Aktuarial-Methode errechnet. Dabei können überlebende Patienten mit der SC Prothese zu 81 % mit einem thrombembolie-freien Verlauf von 10 Jahren rechnen. Träger von SE Prothesen haben diese Erwartung für den gleichen Zeitraum nur zu 61 %.(Abb. 3). Zum zweiten wurde die Thrombemboliehäufigkeit pro 1000 Patientenmonaten (PM)

angegeben. Dabei beträgt die Häufigkeit für SC Klappenträger 2,5/1000 PM und für SE Klappenträger 4,1/1000 PM (Tab. 5).

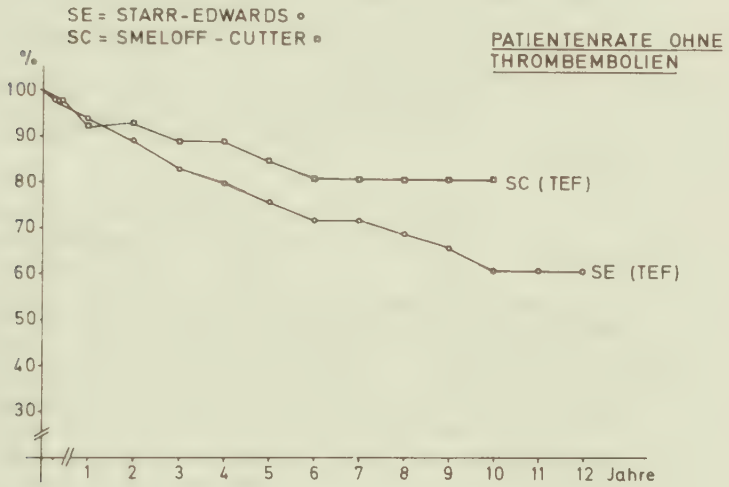

Abb. 3 : Patientenrate ohne Thrombembolien

Zu rezidivierenden kardialen Insuffizienzen kam es bei 10 von 68 SE Patienten gleich 14,7 % und bei 7 von 37 SC Klappenträgern gleich 18,9 %.
Eine Hämolyse stärkeren Grades wurde bei 7 von 68 spätverstorbenen und überlebenden SE Klappenträgern beobachtet. Dies entspricht 10,3 %. Bei den SC Prothesenträgern hatten 16,2 % gleich 6 von 37 eine stärkere Hämolyse. Über eine Hämolyse leichteren Grades, die nur durch eine LDH-Erhöhung auffällt, war keine Auskunft zu erlangen, da diese Laboruntersuchung nicht zu den Routinemassnahmen des Hausarztes gehört und die Patienten klinisch unauffällig sind.
Prothesenfehler wie Verklemmung der Kugel in offener

Position oder Entweichen der Kugel aus dem Käfig wurden in einem Fall bei den SE und in drei Fällen bei den SC Patienten beobachtet. Dies entspricht bei den SC Klappenträgern 5,8 % der Gesamtzahl. Paravalvuläre Insuffizienzen stärkeren Ausmasses traten bei 7 von 106 gleich 6,6 % aller SE Patienten und bei vier von 52 gleich 7,7 % der SC Patienten auf (Tab. 5).

1961 – 1970		Starr – Edwards N = 106	Smeloff – Cutter N = 52
Paravalv. Insuffizienz		6,6% (7/106)	7,7% (4/52)
Prothesenfehler		0,9% 1/106	5,8% (3/52)
Hämolytische Anämie		10,3% (7/68)	16,2% (6/37)
Thrombembolie pro 1000 PM		4,1 20E/19P 16HE/4PE	2,5 6E/6P 4HE/2PE
Rezidivierende kardiale Insuffienz		14,7% (10/68)	18,9% (7/37)
Allgemeinzustand	gut	58,4% (21/36)	60,9% (14/23)
	befriedigend	33,3% (12/36)	30,4% (7/23)
	schlecht	8,3% (3/36)	8,7% (2/23)
Arbeitsfähigkeit		52,8% (19/36)	56,5% (13/23)
Nachuntersuchung entgangen		10,4% (11/106)	9,7% (5/52)

Tab. 5 : Aortenklappenersatz - Komplikationen

e) Allgemeinzustand und Arbeitsfähigkeit bei Überlebenden

Der Allgemeinzustand der im Mai 1976 noch lebenden und von der Nachuntersuchung erfassten Patienten wird in 58,4 % (SE) bzw. 60,9 % (SC) vom Hausarzt als gut bezeichnet. Nur 8,3 % (SE) bzw. 8,7 % (SC)

wurden als schlecht beurteilt.

52,8 % der SE Klappenträger bzw. 56,3 % der SC Patienten gingen im Mai 1976 irgendeiner beruflichen Tätigkeit nach. Bezogen auf das Gesamtkollektiv von 158 Operierten sind das 20,2 % Arbeitsfähige (Tab.5).

B) Mitralklappenersatz

Die Zahl der im Zeitraum von 1962 bis 1970 durchgeführten Mitralklappenersatzoperationen beträgt 127.

1) Hammersmith-Alvarez-, Cross-Jones-Prothesen

In zwei Fällen wurde eine Hammersmith-Alvarez Prothese und in vier Fällen eine Cross-Jones Klappe implantiert. Da diese Zahlen für einen Vergleich mit den anderen verwendeten Prothesentypen zu niedrig sind, werden die Ergebnisse dieser 6 Operationen vorweggenommen (Tab. 6). Beide Hammersmith-Alvarez Klappenträger verstarben frühpostoperativ und zwar ein neunjähriger Patient mit Mitralklappeninsuffizienz und zuerst vorgenommenem Versuch valvuloplastischer Korrektur am Operationstag an Herzversagen und ein 29 jähriger Patient im Stadium IV nach NYHA und zusätzlicher enormer Erweiterung des linken Vorhofs und einer Flimmerarrhytmie am zweiten postoperativen Tag an Herzversagen.
Drei der vier Cross-Jones Klappenträger starben frühpostoperativ: zwei an akutem Herzversagen, einer an einer massiven gastrointestinalen Blutung. Der letzte Patient lebte zum Stichtag Mai 1976 im 10. postoperativen Jahr bei schlechtem Allgemeinzustand und nach Ablauf von multiplen Lungen-, Hirn- und peripheren Embolien.

2) Starr-Edwards, Smeloff-Cutter und Cooley-Bloodwell Prothesen

Die drei grössten Gruppen beim Mitralklappenersatz bilden die Starr-Edwards (SE), die Smeloff-Cutter (SC) und die Cooley-Bloodwell (CB) Prothesen.

Sie wurden bei insgesamt 121 Klappenersatzoperationen implantiert, davon 65 mal die SE und je 28 mal die SC und die CB Prothese.

a) Frühletalität

Insgesamt 55 Patienten gleich 45,5 % verstarben innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage. Darauf entfallen 35 SE Klappenträger oder 53,8 %, 15 SC Patienten oder 53,6 % und 5 CB Klappenträger oder 17,9 % (Tab.6). Cooley-Bloodwell Prothesen wurden erst ab 1968 in der Düsseldorfer Klinik verwendet.

Mitralklappenersatz Chir. Univ. Klinik B, Düsseldorf

1962 – 1970	N	NYHA IV	Frühletalität	Spätletalität	Überlebende
Starr – Edwards SE	65	23,1% (15)	53,8% (35)	20,0% (13)	26,2% (17) 1.530 PM
Smeloff – Cutter SC	28	28,6% (8)	53,6% (15)	17,9% (5)	28,5% (8) 989 PM
Cooley – Bloodwell CB	28	28,6% (8)	17,9% (5)	32,1% (9)	50,0% (14) 956 PM
Cross – Jones CJ	4	(0)	(3)	∅	(1) 115 PM
ammersmith-Alvarez HA	2	(1)	(2)	∅	∅
$\sum$	127	25,2% (32)	47,2% (60)	21,3% (27)	31,5% (40) 3.590 PM

Tab. 6

Als Todesursache findet man in 81,8 % ein akutes Herzversagen. Jeweils zwei Patienten oder je 3,6 % verstarben an einer cerebralen Minderdurchblutung, an einer Pneumonie und an einer Sepsis. Eine Blutgerinnungsstörung, ein Nierenversagen, eine akute

Pankreasnekrose und eine gastrointestinale Blutung führten bei jeweils einem Patienten gleich je 1,8 % zum Tode.

21 der 55 Patienten gleich 38,2 % gehörten dem Stadium IV nach NYHA an gegenüber 21,4 % bei den Überlebenden und 11,1 % bei den Spätverstorbenen (Tab. 7).

Konservativ Voroperierte sind in den Gruppen der Überlebenden und der Spätverstorbenen mit 57,0 % und 44,4 % stärker vertreten als bei den Frühverstorbenen mit 27,3 %.

	Überlebende	Frühletale	Spätletale
Stadium IV Anteil	5/39 = 12,8 %	21/55 = 38,2 %	5/28 = 17,9 %
Konservativ Voroperierte	18/39 = 46,2 %	15/55 = 27,3 %	12/28 = 42,9 %
mit Klappenersatz Voroperierte	0/39	1/55 = 1,8 %	0/28
Versuch der Klappenerhaltung, dann Klappenersatz	2/39 = 5,1 %	8/55 = 14,5 %	3/28 = 10,7 %
Patienten mit zusätzlichen Herzerkrankungen	2/39 = 5,1 %	3/55 = 5,5 %	3/28 = 10,7 %
Durchschnittslebensalter in Jahren	35,7	39,8	39,4

Tab. 7 : Mitralklappenersatz (SE, SC und CB Prothesen)

Mit Klappenersatz voroperiert war nur ein Patient aus dem Gesamtkollektiv von 121 Operierten und zwar ein frühverstorbener SE Prothesenträger.

Insgesamt 13 mal war der Versuch, die patienteneigene Mitralklappe zu erhalten, mißlungen, sodaß in gleicher Sitzung ein Klappenersatz durchgeführt werden musste.

Acht dieser Patienten verstarben innerhalb der ersten 30 Tage, nur zwei Patienten überlebten bis zum Stichtag.

Der Anteil der Patienten mit zusätzlichen Herzerkrankungen ist bei den Frühverstorbenen mit 5,5 % nur unwesentlich höher als bei den Überlebenden mit 5,1 %. Nimmt man die intraoperativ Verstorbenen aus der Gruppe der Frühverstorbenen heraus, so zeigt sich bei diesen 11 Patienten ein Anteil von 27,3 % zusätzlicher Herzerkrankungen.

Im Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Operation finden sich keine Unterschiede zwischen Überlebenden, Früh- und Spätverstorbenen (Tab. 7).

b) Spätletalität

Nach dem 30. postoperativen Tag verstarben 27 Patienten mit Mitralklappenersatz (22,3 %), davon 13 SE Klappenträger gleich 20,0 %, 5 SC Patienten gleich 17,9 % und 9 CB Klappenträger gleich 32,1 % (Tab. 6).

Bei 10 Patienten gleich 37,0 % blieb die Todesursache unbekannt. 15 Patienten verstarben an unmittelbaren Folgen ihrer kardialen Vorerkrankung: fünf Operierte kamen durch eine Hirnembolie ad exitum, ebenfalls fünf erlagen einem akuten Herzversagen. Zwei Patienten erlagen einer Nahtdehiszenz, jeweils ein Patient einer Re-Operation wegen ball variance (SC), einer Schrittmacherinsuffizienz acht Jahre nach der Operation und einer Hepatitis drei Monate post operationem (Tab. 8).

Zwei weitere Patienten, bei denen sich kein Zusammenhang mit der kardialen Erkrankung finden liess, verstarben an einer cerebralen Massenblutung und einem

inoperablen Cervix Carcinom im 7. postoperativen Jahr.

Klappentyp	SE	SC	CB	$\sum$
N	13	5	9	27
akutes Herzversagen	3		2	5 = 18,5%
Hirnembolie	1	1	3	5 = 18,5%
Nahtdehiszenz	1		1	2
Re Op wegen ball variance		1		1
Schrittmacher Insuffizienz	1			1
cevebrale Massenblutung		1		1
Hepatitis			1	1
Cervix Ca			1	1
unbekannt	7	2	1	10 = 37,0%

Tab. 8 : Ursachen für Spätletalität beim Mitralklappenersatz

c) Überlebensrate nach der Aktuarial-Methode

Die Überlebenskurven der SE und SC Kollektive sind nach dem Frühletalitätsknick im wesentlichen gleichförmig. Die 5-Jahresüberlebensrate liegt bei 27 % (SE bzw. 34 % (SC), die 10- bzw. 9-Jahreswerte betragen 22 % (SE) und 27 % (SC).

Die Überlebenskurve des CB Kollektivs hat einen nicht so ausgeprägten Frühletalitätsknick, fällt dann aber gleichbleibend steil bis zum 4. postoperativen Jahr ab, bildet ein kurzes Plateau von zwei Jahren und setzt dann den steilen Abfall wieder fort. Die 5-Jahresüberlebensrate liegt bei 50 %, der 8-Jahreswert bei 34 % (Abb. 4).

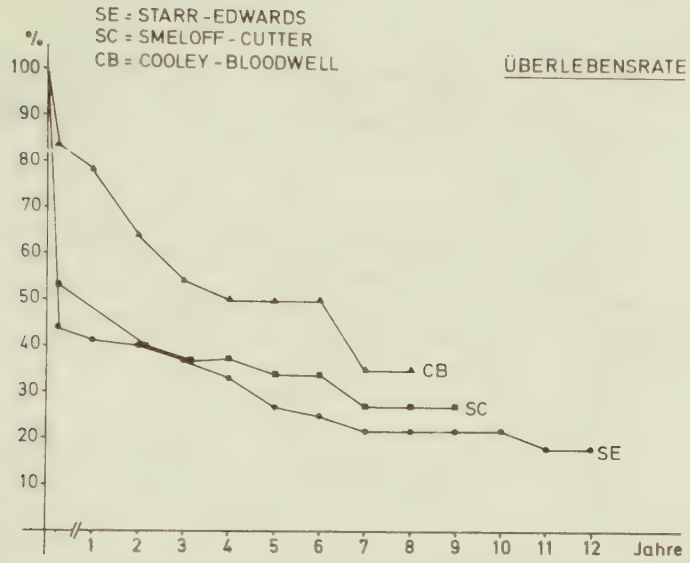

Abb. 4 : Mitralklappenersatz - Überlebensrate

d) Komplikationen bei Spätverstorbenen und Überlebenden

Die häufigste Komplikation im weiteren Leben der Operierten ist die Thrombembolie. Die Thrombembolierate wurde mit der Aktuarial-Methode und in thrombembolischen Ereignissen pro 1000 Patientenmonate errechnet.

Betrachtet man die Kurve der thrombemboliefreien Patienten, so findet man als günstigsten Klappentyp die CB Prothese mit einer 5-Jahresrate von 76 %. Die korrespondierenden Zahlen für die SE und SC Prothesen lauten 66 % und 61 %. Im weiteren Verlauf ist die SE Klappe mit den meisten thrombembolischen Ereignissen belastet. 10 Jahre nach der Operation haben nur 32 % der dann noch Lebenden keine Thrombembolien gehabt. Der 9-Jahreswert der SC Prothese beträgt 54 %,

der 8-Jahreswert der CB Klappe immer noch 76 % (Abb. 5 [illegible]

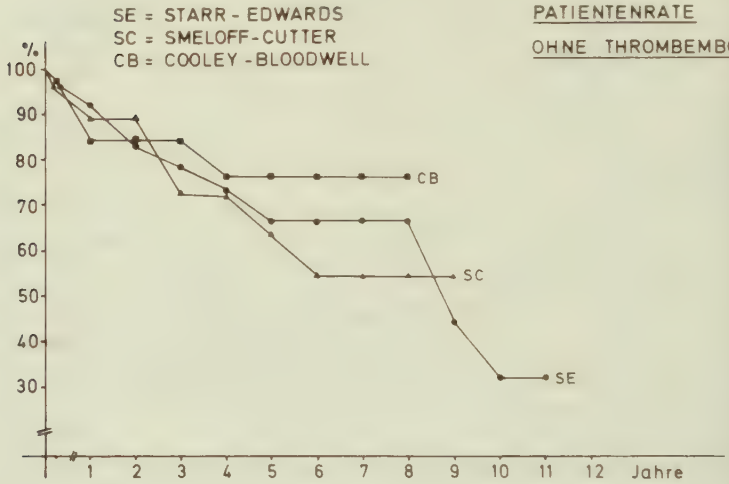

Abb. 5 : Patientenrate ohne Thrombembolien

Bezogen auf 1000 Patientenmonate sind dagegen bei Trägern von SE Prothesen thrombembolische Ereignisse mit 4,5/1000 seltener als bei Patienten mit SC oder CB Prothesen, die eine Häufigkeit von 8,1 bzw. 6,2/ 1000 PM aufweisen (Tab. 9).

Zu rezidivierenden kardialen Insuffizienzen kam es in einem wesentlich höheren Prozentsatz als nach Aortenklappenersatz. 26,1 % der SE, 38,5 % der SC und 25,0 % der CB Klappenträger erlitten mehrmalige Dekompensationen der Herzleistung in der Zeit nach der Operation.

Auch hämolytische Anämien wurden in einem höheren Prozentsatz nämlich 17,4 % (SE), 15,4 % (SC) und 25,0 % (CB) beobachtet.

Prothesenfehler zeigten sich nur bei drei SC Klappen, ebenso wie beim Aortenklappenersatz.

Paravalvuläre Insuffizienzen stärkeren Ausmasses traten bei 6,2 % SE, 7,1 % SC und 3,6 % CB Prothesenträgern auf (Tab. 9).

1961 – 1970		Starr-Edwards N = 65	Smeloff – Cutter N = 28	Cooley – Bloodwell N = 28
Paravalv. Insuffizienz		6,2 % (4/65)	7,1 % (2/28)	3,6 % (1/28)
Prothesenfehler		Ø	10,7 % (3/28)	Ø
Hämolytische Anämie		17,4 % (4/23)	15,4 % (2/13)	25,0 % (4/16)
Thrombembolie pro 1000 PM		4,5 12E/11P 7HE/5PE	8,1 8E/6P 6HE/2PE	6,2 6E/4P 6HE
Rezidivierende kard. Insuffizienz		26,1 % (6/23)	38,5 % (5/13)	25,0 % (4/16)
Allgemeinzustand	gut	40,0 % (4/10)	12,5 % (1/8)	71,4 % (5/7)
	befriedigend	40,0 % 4/10	62,5 % (5/8)	Ø
	schlecht	20,0 % (2/10)	25,0 % (2/8)	28,6 % (2/7)
Arbeitsfähigkeit		Ø	25,0 % (2/8)	28,6 % (2/7)
Nachuntersuchung entgangen		13,8 % (7/65)	Ø	25,0 % (7/28)

Tab. 9 : Mitralklappenersatz - Komplikationen

d) Allgemeinzustand und Arbeitsfähigkeit bei Überlebenden

Den bisher angeführten Komplikationen entsprechend fiel die Beurteilung des Allgemeinzustandes der noch lebenden und von der Hausarztumfrage erfassten Patienten schlechter aus als beim Aortenklappenersatz. Zwar wurde für SE Klappenträger in 40 % der Fälle und für CB Prothesenträger sogar in 71,4 % ein guter Allgemeinzustand angegeben, jedoch ging bei den SE Patienten keiner einer beruflichen Tätigkeit nach, bei den CB Patienten zwei gleich 28,6 %. Nur einer

von 8 SC Patienten gleich 12,5 % wurde im Allgemeinzustand als gut eingeschätzt, während 5 gleich 62,5 % als befriedigend beurteilt wurden. Auch in diesem Kollektiv hatten noch zwei Patienten eine berufliche Tätigkeit.

Bezogen auf das Gesamtkollektiv aller Operierter dieser drei Klappentypen (N=121) bedeutet das, daß nur noch 3,3 % irgendeiner beruflichen Tätigkeit nachgehen (Tab. 9).

C) Mehrfachklappenersatz

Von 1965 bis 1970 wurden an der chirurgischen Universitätsklinik Düsseldorf insgesamt 19 Mehrfachklappenersatzoperationen durchgeführt.

MEHRFACHKLAPPENERSATZ CHIR UNIV KLINIK B. DÜSSELDORF 1976

1961 - 1970		N	Frühletalität	Spätletalität	Überlebende	Thromb-embolie
AVR + MVR	SEA (1260) SEM (6500)	3	0	1	2 (132 PM)	Ø
	SEA (1260) SEM (6120)	3	3	Ø	Ø	Ø
	SCA SCM	4	3	Ø	1 (74 PM)	Ø
	SEA (1260) CBM	4	1	2	1 (151 PM)	Ø
	SCA CBM	2	1	Ø	1 (75 PM)	Ø
MVR + TVR	SEM (6120) SEM (6500)	1	1	Ø	Ø	Ø
	SEM (5120) CBM	1	1			
AVR + MVR TVR	SEA (1260) SEM (6120) CBM	1	1	Ø	Ø	Ø
	Σ	19	11 (57,9 %)	3 (15,8 %)	5 (432 PM)	Ø

Tab. 10

In 16 Fällen handelte es sich um Aorten- und Mitralklappenersatz, wobei unterschiedliche Kombinationen von Klappentypen zur Anwendung kamen. In 6 Fällen wurden in Mitral- und Aortenposition Starr-Edwards Prothesen implantiert, bei vier Patienten jeweils zwei Smeloff-Cutter Klappen. Vier Operationen wurden in der Kombination von Starr-Edwards Prothesen in Aortenposition und Cooley-Bloodwell Klappen in Mitralposition durchgeführt. Bei den letzten beiden Operationen waren Smeloff-Cutter Klappen in Aortenposition und Cooley-Bloodwell Prothesen in Mitralposition im-

plantiert worden. In diesem Kollektiv zeigt sich eine Frühletalität von 50,0 % und eine Spätletalität von 18,75 % entsprechend drei Patienten. Fünf Operierte gleich 31,25 % lebten bis zum Stichtag mit einer durchschnittlichen Überlebenszeit von 86,4 Monaten. Drei Patienten befanden sich in gutem Allgemeinzustand; zwei davon gingen einer beruflichen Tätigkeit nach. Ein Patient hatte einen befriedigenden Allgemeinzustand, einer wurde als schlecht klassifiziert.

Eine Thrombembolie wurde in keinem Fall beschrieben. In zwei weiteren Fällen wurden die Mitral- und Tricuspidalklappen ersetzt, wovon ein Patient in tabula und ein weiterer am 7. postoperativen Tag an akutem Herzversagen verstarb.

Beim letzten Patienten handelte es sich um ein multivalvuläres Vitium mit Ersatz der Aorten-, Mitral- und Tricuspidalklappen. Er starb am Operationstag an Herzversagen (Tab. 10).

IV) DISKUSSION

Beim Aorten- wie beim Mitralklappenersatz zeigt sich eine Abhängigkeit des Operationsrisikos und zumindest der Frühletalität von der präoperativen kardialen Ausgangssituation. So war die Sterblichkeit von Patienten, die im Stadium IV nach NYHA operiert wurden, wesentlich höher als bei im Stadium III Operierten. Dies wird von vielen Autoren bestätigt, so von Roberts (26), der im Stadium IV eine schlechtere Prognose insgesamt angibt, von Shean (27), der eine höhere Klinikletalität von Patienten im Schweregrad IV beschreibt und von Duvoisin und Mc Goon (28), die eine niedrigere Überlebensrate sowohl für die Früh- als auch für die Spätletalität bei diesen Patienten belegen.

Vorhergegangene konservative oder mit Klappenersatz durchgeführte Herzoperationen scheinen dagegen im eigenen Patientengut keinen oder zumindest keinen negativen Einfluss auf die Sterblichkeit zu haben. Das steht im Gegensatz zu der Meinung von Bonchek (42), der als günstigen präoperativen Befund bei Mitralklappenersatzoperationen das Fehlen vorhergegangener Kommissurotomien angibt. Ebenso beschreiben Barnhorst und Mitarbeiter (44) vorhergegangene Herzoperationen als Risikofaktor für die intraoperative Letalität.

Dieselben Autoren geben als weitere Risikofaktoren für die intraoperative Letalität den grossen linken Vorhof,,für die Spätletalität ebenfalls den grossen linken Vorhof, das Patientenalter und multivalvuläre Vitien an. Im Düsseldorfer Krankengut fand sich je-

doch keine Abhängigkeit der Sterblichkeit vom Lebensalter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation.
Somit bleibt als möglicher präoperativer Indikator für das Risiko der Operation die Beurteilung der myokardialen Leistung. Dazu dient entweder die grobe klinische Unterteilung nach dem NYHA Schema oder der Herzindex, ausgedrückt in Litern Auswurfleistung/min/m^2. Dabei weisen Bryant und Trinkle (29) darauf hin, daß sich das Risiko für einen Klappenersatz auf das 4fache erhöht, wenn der Herzindex unter 1,6 L/min/m^2 liegt. Ross (30) dagegen meint, daß die Leistungsfähigkeit des Herzens nur ungenügend durch die Auswurfleistung und den enddiastolischen Ventrikeldruck charakterisiert wird. Nach Koncz (31) wäre die Feststellung der maximalen Anstiegsgeschwindigkeit des intraventrikulären Druckes, die Auskunft über das kontraktile Verhalten des Herzmuskels gibt, optimal. Diese Information ist auch für die Beurteilung der Kammerfunktion nach Klappenersatz, wie Mason (32) angibt, entscheidend.

Als häufigste Todesursache innerhalb der ersten 30 Tage post operationem findet man in der Literatur das Herzversagen mit etwa 40 % beim Aortenklappenersatz (33). Bei Mitralklappenfehlern kommen myokardiale Komplikationen noch stärker zum Tragen, da hier in den meisten Fällen ein wesentlich längerer Verlauf vorliegt,und das rechte Herz über lange Jahre unter Umständen eine erhebliche Druckbelastung kompensieren musste.
Unter dem Begriff des Herzversagens werden verschiedene ätiologische Zustandsbilder zusammengefaßt. Intraoperativ kann es zu einem Überschreiten der Ischämie-

toleranz oder zu einem embolischen Verschluss einer Koronararterie durch Luft, Kalkbröckel oder instrumentelle Dissektion kommen (34). Innerhalb der ersten 24 Stunden postoperativ treten besonders Arrhythmien durch metabolische Störungen und Kammerflimmern auf. Ebenso typisch für die unmittelbar postoperative Phase ist das low-cardiac-output Syndrom. In der späteren postoperativen Zeit sieht man häufiger ein Herzversagen infolge myokardialer Vorschädigungen, wie etwa durch Koronararteriensklerose oder einen intraoperativ erlittenen Infarkt. Andere Möglichkeiten sind eine Vermehrung des Plasmavolumens mit dadurch bedingter Herzüberlastung oder auch eine frühzeitig einsetzende Prothesendysfunktion.
Herzrhythmusstörungen in Form von Vorhofflimmern durch Vorhofüberdehnung sind bei Patienten mit Indikation zum Mitralklappenersatz in 50 bis 70 % der Fälle zu finden (46). Bei den restlichen Patienten mit Sinusrhythmus tritt in 12 bis 25 % (47) intra- oder postoperativ auch Vorhofflimmern auf. Andere Rhythmusstörungen sind ventrikuläre Extrasystolien durch Berühren von Fangkorb und Ventrikelseptum, Tachyarrhythmien und Bradykardien, die man nach intraoperativer Fixation extrahierbarer Elektroden durch Elektrostimulation behandeln kann. Pulmonale Komplikationen, begünstigt durch die präoperative Druckerhöhung im kleinen Kreislauf, finden sich nach Provan (48) bei 52 % der Patienten als leichte bis mittlere und in 17,5 % als schwere Störung. Aber auch andere Ursachen für pulmonale Komplikationen nach Mitralklappenersatz werden angeführt, so das

Postperfusionssyndrom der Lunge, die vorher bestehende chronische Bronchitis und das Lungenemphysem (49). Nierenversagen bei offenen Mitralklappenoperationen haben nach Krian (50) eine Inzidenz von 13,5 %. Als Ursache werden insbesonders embolische Infarkte bei bestehendem Vorhofflimmern und eine Minderdurchblutung der Nieren bei schlechter postoperativer myokardialer Leistung angesehen. Als Hinweis auf präoperativ möglicherweise abgelaufene Niereninfarkte kann die arterielle Hypertension gelten, was jedoch im Einzelfall spezieller diagnostischer Bestätigung bedarf. Störungen des Elektrolythaushaltes entstehen durch den gerade bei Mitralvitien jahrzehntelangen Verlauf der Erkrankung mit eventuell oftmals stattgefundenen Dekompensationen, die ebenso wie eine langdauernde salzarme Diät und diuretische Therapie einen schweren Eingriff in den Elektrolythaushalt bedeuten. Der dadurch bestehende sekundäre Hyperaldosteronismus führt zu einer Hypernatriämie und Hypokaliämie und begünstigt dadurch Herzrhythmusstörungen.

Eine Prothesenendokarditis beim Herzklappenersatz zeigt eine Häufigkeit von 4 % in der frühen und späten postoperativen Phase, wie Kloster (51) angibt. Als Erreger der Frühendokarditis nennt er Staphylokokken, Pilze und gramnegative Erreger. Die Letalität beträgt 70 %. Bei der Spätendokarditis (nach dem 60. postoperativen Tag) findet er als Erreger zumeist Streptokokken und eine Letalität von 35 %. Dabei handelt es sich nach Bircks (45) meist auch bei den späteren Fällen von Endokarditiden um Infektionen, die latent seit der Operation verlaufen sind und als Brücken-

symptome verzögerte Rekonvaleszenz, subfebrile Temperaturen, vermehrte mechanische Hämolyse, Anämie, Beschleunigung der Blutsenkungsgeschwindigkeit, Albuminurie und Mikrohämaturie zeigten.
Eine weitere Ursache für die Frühletalität ist in Blutgerinnungsstörungen und den damit verbundenen Blutungen aus dem Operationsbereich zu suchen. Sie machen etwa 5 bis 25 % aus (33).
Cerebrale Störungen auf Grund der regionalen oder globalen Mangeldurchblutung des Gehirns nach extrakorporalem Kreislauf folgen mit etwa 10 %.
Beim Vergleich mit dem eigenen Krankengut zeigt sich ein Überwiegen des Herzversagens mit 73 % beim Aortenklappenersatz und 81,8 % beim Mitralklappenersatz bezogen auf die Frühletalität. Ebenso lag die Frühletalität, absolut gesehen, höher als von anderen Autoren angegeben. So betrug die Frühsterblichkeit beim Aortenklappenersatz 23,4 % gegenüber 6 %, die von Braun und Mc Goon (43) für ihre Eingriffe im Zeitraum von 1962 bis 1966, und 10,8 %, die von Shean und Mitarbeitern (27) für die Zeit von 1963 bis 1969 angegeben werden. Diese stark differierenden Zahlen sind unter anderem durch höhere Operationskapazitäten im Ausland zu erklären, wodurch in vielen Fällen die Patienten zum Zeitpunkt der Operation in einem besseren kardialen Zustand sind. So werden hierzulande Patienten ab dem Stadium III nach NYHA operiert mit relativ hohem Anteil dekompensierter Patienten (12,7 % beim Aorten- und 25,6 % beim Mitralklappenersatz im eigenen Krankengut), während in ausländischen Statistiken die Patienten häufiger im Stadium II bis III nach NYHA ope-

riert werden und nur ausnahmsweise Patienten in dekompensierten Zustand.

Im Düsseldorfer Patientengut zeigt sich eine Abhängigkeit der Frühletalität vom Operationsjahrgang. So haben Klappentypen, die erst in späteren Jahren implantiert wurden wie die Smeloff-Cutter Klappe in Aortenposition (ab 1967) und die Cooley-Bloodwell Prothese in Mitralposition (ab 1968) eine wesentlich geringere Frühletalität.

Da sich in den ersten 30 postoperativen Tagen praktisch noch keine prothesenspezifischen Komplikationen ergeben, ist die Frühsterblichkeit unabhängig vom implantierten Klappentyp eine Funktion des Schweregrades der Herzerkrankung und des prä-, intra- und postoperativen Managements.

Als Ursache für eine Sterblichkeit nach dem 30. postoperativen Tag werden hauptsächlich das akute Herzversagen, die Thrombembolie und die Protheseninfektion angesehen. Der plötzliche Herztod ist nach Schröder (35) ein Tod, der ohne Vorboten sofort oder innerhalb von 24 Stunden nach Beginn der ersten Symptomatik eintritt. Die Ursachen für dieses Geschehen sind sehr unterschiedlich, so etwa hochfrequente Kammertachykardien mit Übergang in Kammerflimmern, ein AV- oder SA-Block, Koronarembolien oder -thrombosen, Intimaverdickungen der Aortenwurzel und der Koronarostien und als unmittelbar prothesenbedingte Störung eine Prothesenthrombose mit Loslösung eines Embolus und Verschluss einer Koronararterie oder eine Verklemmung der Ventilkugel mit Entstehung einer akuten Aorteninsuffizienz oder -stenose.

Da nur in den seltensten Todesfällen eine Obduktion erfolgte, ist es zu verstehen, daß im Düsseldorfer Patientengut nur in wenigen Fällen eine Prothesenthrombose oder eine "ball-variance" beschrieben werden konnte. Anders dagegen bei Starr (41), der bei 10 % aller Operierten mit seinen Modellen 1000 und 1200 einen Kugelschaden feststellte.
Zur Thrombembolie kommt es nach Roberts und Morrow (36) bei 20 % der Spätverstorbenen und Überlebenden. Aber nur 17 % erliegen dieser Thrombembolie, während 61 % eine völlige Restitution erlangen und 22 % leichte bis mittlere Störungen behalten (37).
Die Prothesenspätinfektion macht nur zwischen 0,7 % (37) und 1,2 % (38) der Todesursachen aus und ist so für das Schicksal der meisten Patienten unerheblich.
Die angegebene Thrombembolierate stimmt mit den Ergebnissen im eigenen Patientengut mit Aortenklappenersatz vor allem bei Verwendung der Smeloff-Cutter Klappe überein. Träger der Starr-Edwards Klappe erlitten zu etwa 40 % Thrombembolien in den ersten 10 postoperativen Jahren. Beim Mitralklappenersatz ist das Risiko einer Thrombembolie wesentlich höher.
Es zeigt sich also, daß die Spätletalität eine Funktion des implantierten Klappentypen, wie vor allem die Ergebnisse der Cooley-Bloodwell Prothese bestätigen, der postoperativen hämodynamischen Situation und des Fehlens von Organkomplikationen ist.
Beim Vergleich der Starr-Edwards Prothese sowohl in Aorten- als auch in Mitralposition mit Smeloff-Cutter und Cooley-Bloodwell Prothesen ergibt sich, daß die beiden zuletzt genannten Klappentypen zumindest keine

Vorteile gegenüber der Starr-Edwards Prothese haben. Die Patienten mit Cooley-Bloodwell Klappen zeigen sogar eine wesentlich höhere Spätletalität, die möglicherweise mit der schlechten Hämodynamik dieser Prothese in Zusammenhang zu bringen ist. Insgesamt müssten die Ergebnisse der SC und CB Prothesen durch ihre Anwendung in den späteren Operationsjahrgängen (ab 1967 bzw. 1968) besser sein als beim Klappenersatz mit der SE Prothese, die von Anfang an implantiert wurde. Da aber die SC Prothese ähnliche Erfolge wie die SE Klappe aufweist, und man bei der CB Prothese wesentlich schlechtere Spätergebnisse findet, kann dies als leichter Vorteil der Starr-Edwards Klappe angesehen werden.

Es stellt sich bei diesen relativ schlechten Operationsergebnissen die Frage, ob im Zeitraum von 1961 bis 1970 das Leben der Patienten durch diesen klappenersetzenden Eingriff verlängert und in der Qualität verbessert wurde. Betrachten wir zunächst einmal den Verlauf ohne Operation bei verschiedenen Herzklappenfehlern. Nach der von Olesen veröffentlichten Studie (39) über den Verlauf kardiologisch-internistisch behandelter Patienten mit stenotischen Mitralklappenerkrankungen lag die 5-Jahresüberlebensrate bei knapp unter 50 %, nach 10 Jahren lebten noch 34 % und nach 20 Jahren 14 %. Dabei betrug die Durchschnittsüberlebenszeit 6 bis 7 Jahre. Rowe und Mitarbeiter (24) berichten über ein Kollektiv von 250 Mitralstenosepatienten, von denen 52 % asymptomatisch und in Sinusrhythmus waren und nur ein diastolisches Geräusch über der Herzspitze aufwiesen. 83 % dieser Patienten hatten ein Lebensalter unter 20 Jahren. Dieses extrem günstige Kollektiv zeigte eine

10-Jahresüberlebensrate von 61 % und einen 20-Jahreswert von 20 %.

Schölmerich (40) beschreibt für Mitralinsuffizienzen etwa folgenden Verlauf: ungefähr drei Jahre nach Auftreten der ersten Dyspnoe kommt es zu einer Orthopnoe, ein Jahr später zu nächtlichen Dyspnoen. Nach Ablauf eines weiteren Jahres ist mit einer manifesten Rechtsinsuffizienz zu rechnen, der nach drei bis vier Jahren gewöhnlich der Exitus letalis folgt. Bei Aorteninsuffizienzen erscheint, wie Schölmerich (40) sagt, etwa drei Jahre nach den ersten Belastungsdyspnoen eine Angina pectoris, der bald Ödeme, Orthopnoe und Asthma cardiale folgen. Nach Eintritt dieser Zeichen hat der Kranke noch eine Lebenserwartung von zwei bis drei Jahren.

Betrachtet man die sehr eingeschränkte Lebenserwartung und vor allem die schlechte Lebensqualität in den letzten Lebensjahren, so erscheint jeder Versuch gerechtfertigt, diesen Verlauf zu verbessern. Wenn es auch unmöglich ist, die Kollektive direkt miteinander zu vergleichen, so erscheint es doch so, daß die Überlebensraten für den Aortenklappenersatz mit etwa 45 % und für den Mitralklappenersatz mit 25 % nach 10 Jahren nicht unter den Überlebensraten der Nichtoperierten liegen. Hinzukommt, daß bei den Operierten 13,9 % (Aortenposition) und 25,2 % (Mitralposition) Stadium IV Patienten waren, während die Nichtoperierten eine wesentlich günstigere Zusammensetzung aufwiesen. Ausserdem nahmen die therapeutischen Erfahrungen von 1961 bis 1970 ständig zu, so daß sich die Ergebnisse im Laufe der Jahre ständig verbessern ließen. Zudem

wurde die Lebensqualität zumindest beim Aortenklappenersatz bei nicht wenigen Patienten deutlich gebessert, was der relativ hohe Prozentsatz von 20,2 % noch Arbeitsfähiger belegt.

V) ZUSAMMENFASSUNG

Es zeigten sich bei der Starr-Edwards Prothese zufriedenstellende hämodynamische Eigenschaften, nur vereinzelt mechanische Klappenfehler und akzeptable Thrombembolieraten. Außerdem wurde dieser Prothesentyp weltweit in größter Zahl und über den längsten Zeitraum implantiert, so daß die Starr-Edwards Prothese auch heute noch eine Alternative für den Herzklappenersatz darstellt. Trotzdem ist die Sterblichkeit bei den Patienten mit dieser Prothese sowohl in Aorten- als auch in Mitralposition für den Untersuchungszeitraum noch sehr hoch gewesen, so daß in den letzten Jahren sehr viel getan werden mußte, um das Risiko für den Patienten geringer zu halten. Entscheidende Faktoren dafür waren die Entwicklung von neuen und besseren Prothesen, die eine noch geringere Thrombembolierate und bessere hämodynamische Eigenschaften aufwiesen, die Standardisierung und Verbesserung der operativen Technik einschließlich der extrakorporalen Zirkulation, die Intensivierung der postoperativen Überwachung, die sorgfältigere Nachsorge vor allem in Bezug auf eine adäquate Antikoagulantientherapie und nicht zuletzt das "timing" der Operation, die möglichst nicht im Stadium IV nach NYHA durchgeführt werden sollte.

LITERATURVERZEICHNIS

1 HUFNAGEL,C.A., HARVEY,W.P.: The surgical correction of aortic regurgitation: preliminary report. Bull. Georgetown Univ. med. Cent. 6,3 (1953)

2 HUFNAGEL,C.A., HARVEY,W.P., RABIL,P.J., MC DERMOTT,T.F.: Surgical correction of aortic insufficiency. Surgery 39, 5 (1955)

3 BAHNSON,H.T., SPENCER,F.C., BUSSE,E.F.G., DAVIS,F.W.J.: Cusp replacement and coronary artery perfusion in open operations on the aortic valve. Ann. Surg. 152,494 (1960)

4 MC GOON,D.C.: Prosthetic reconstruction of the aortic valve. Proc. Mayo Clin. 36,88 (1961)

5 MULLER,W.H.J., LITTLEFIELD,J.B., DAMMONN,J.F.: Subcoronary prosthetic replacement of the aortic valve. In: Prosthetic valves for cardiac surgery (A.K. Merendino, ed.) Springfield / III: Thomas 1961

6 HUFNAGEL,C.A., CONRAD,P.W.: Prosthesis for aortic valve replacement. In: Prosthetic valves for cardiac surgery (A.K.Merendino, ed.) Springfield / III Thomas 1961

7 HARKEN,D.E., SOROFF,H.S., TAYLOR,W.J., LEFEMINE,A.A., GUPTA,S.K., LANZER,S.: Partial and complete prostheses in aortic insufficiency. J. thorac. cardiovasc. Surg. 40,744 (1960)

8 STARR,A., EDWARDS,M.L.: Mitral replacement. Clinical experience with a ball valve prosthesis. Ann. Surg. 154,726 (1961)

9 BRAUNWALD,N.S., COOPER,T., MORROW,A.G.: Complete replacement of the mitral valve. J. thorac. cardiovasc. Surg. 40,1 (1960)

10 ELLIS,F.H., CALLAHAN,I.A.: Clinical application of a flexible monocusp prosthesis: Report of a case. Proc. Mayo Clin. 36,605 (1961)

11 CARTWRIGHT,R.S., SMELOFF,E.A., DAVEY,T.B., KAPLAN,P.: Development of a titanium double-caged full-orifice ball-valve. Trans. Amer. Soc. Artif. Int. Organs 10, 231 (1964)

12 CROSS,F.S., JONES,R.D.: A caged-lens prosthesis for replacement of the aortic and mitral valves. Ann. thorac. Surg. 2,499 (1966)

13 KAY,J.H., KAWASHIMA,Y., TSUJI,H.K., REDINGTON,J.V.: Experimental mitral valve replacement with a new disc valve. Ann. thorac. Surg. 2,485 (1966)

14 WADA,J., KOMATSU,S., IKEDA,K., KITAYA,T., TANAKA,N., YAMADA,H.: A new hingeless valve. In: Prosthetic heart valves (L.A. Brewer, ed.) Springfield / III: Thomas 1969

15 BJÖRK,V.C., BÖÖK,K., CERNIAGLIAFO,C., HOLMGREN,A.: The Björk-Shiley tilting disc valve in isolated mitral lesions. Scand. J. thorac. cardiovasc. Surg. 7,131 (1973)

16 LILLEHEI,C.W., KASTER,R.L., STAREK,P.J., BLOCH,J.H., REES,J.R.: A new central flow pivoting disc aortic

and mitral prosthesis: Initial clinical experience. Amer. J. Cardiol. 26,688 (1970)

17 LILLEHEI,C.W., KASTER,R.L., STAREK,P.J., BLOCH,J.H.: Heart valve replacement with the Lillehei-Kaster pivoting disc prosthesis. Southern Afrika Cardiac Society, 8th. Biennial Card. Congress. Durban, South Afrika 72

18 HUFNAGEL,C.A., FISHBEIN,M.C., ROBERTS,W.C.,GOLDEN,A.: Cardiac pathology after aortic valve replacement using Hufnagel trileaflet prostheses: A study of 20 necropsy patients. Amer. Heart J. 89,443 (1975)

19 BERKSON,J., GAGE,R.P.: Calculation of survival rates for cancer. Proc. Mayo Clin. 25,270 (1950)

20 ANDERSON,R.P., BONCHEK,L.I., GRUNKEMEIER,G.L., LAMBERT, L.E., STARR,A.: The analysis and presentation of surgical results by actuarial methods. Journal of Surgical Research, Vol. 16, No. 3, March 1974

21 KONCZ,J.: Über die Aktuarial Methode. In: Derra,E., Bircks,W.: Handbuch der Thoraxchirurgie, Ergänzungswerk, II, 732

22 KONCZ,J.: Aortenklappenersatz - Operationsmethoden. In: Derra,E., Bircks,W.: Handbuch der Thoraxchirurgie, Ergänzungswerk, II, 734 -743

23 KREUTZBERG,E.: Mitralklappenersatz - Operationsmethoden. In: Derra,E., Bircks,W.: Handbuch der Thoraxchirurgie, Ergänzungswerk, II, 850 - 853

24 ROWE,J.C., BLAND,E.F., SPRAGUE,H.B., WHITE,P.D.: The course of mitral stenosis without surgery:

Ten and twenty-year perspectives. Ann. Intern. Med. 52,741 (1960)

25 GLEICHMANN,U., SIGWART,V.: Mitralklappenfehler - Intern. Teil. In: Derra,E., Bircks,W.: Handbuch der Thoraxchirurgie, Ergänzungswerk, II, 793

26 ROBERTS,D.I., DE WEESE,J.A., MAHONEY,E.B., YU,P.N.: Long term survival following aortic valve replacement. Amer. Heart J. Vol. 91, No. 3, 311-317, 1976

27 SHEAN,F., AUSTEN,W.G., BUCKLEY,M.J., MUND,T.H., SCANNEL,J.G., DAGGET,W.M.: Survival after SE aortic valve replacement. Circulation 44,1 (1971)

28 DUVOISIN,G.E., MC GOON,D.C.: Aortic valve replacement with a ball-valve prosthesis. Arch. Surg. 99, 684 (1969)

29 BRYANT,L.R., TRINKLE,J.K.: Cardiac valve replacement in patients with severly reduced cardiac output. Ann. thorac. Surg. 11,517 (1971)

30 ROSS,J., MORROW, A.G., MASON,D.T., BRAUNWALD,E.: Left ventricular function following replacement of the aortic valve. Hemodynamik responses to muscular exercise. Circulation 33,507 (1966)

31 KONCZ,J.: Die Aortenklappenfehler. In: Derra,E., Bircks,W.: Handbuch der Thoraxchirurgie, Ergänzungswerk, II, 726

32 MASON,D.T., ZELIS,R., AMSTERDAM,E.A.: Bewertung der Kontraktilität des menschlichen Herzens. Triangel 9, 273 (1971)

33 ROBERTS,W.C., MORROW,A.G.: Causes of early postoperative death following cardiac valve replacement. J. thorac. cardiovasc. Surg. 54,422 (1967)

34 KONCZ,J.: Die Aortenklappenfehler. In: Derra,E., Bircks,W.: Handbuch der Thoraxchirurgie, Ergänzungswerk, II, 728

35 SCHRÖDER,R.: Zum Problem des plötzlichen Herztodes bei koronaren Herzerkrankungen. Lebensvers. Med. 3, 58 (1972)

36 ROBERTS,W.C., MORROW, A.G.: Late postoperative pathologic findings following cardiac valve replacement with the Starr-Edwards prosthesis. In: Prosthetic heart valves (L.A. Brewer, ed.) Springfield / III: Thomas 1969

37 HEMP,R.H., STARR,A., PIERIE,W.R., WOOD,J.A., BIGELOW, J.C.: Aortic valve replacement. A review of six years experience with the ball valve prosthesis. Ann. thorac. Surg. 6,199 (1968)

38 KONCZ,J.: Die Aortenklappenfehler. In: Derra,E., Bircks,W.: Handbuch der Thoraxchirurgie, Ergänzungswerk, II, 729

39 CLESEN,K.H.: The natural history of 271 patients with mitral stenosis under medical treatment. British Heart Journal 24: 342 (1962)

40 SCHÖLMERICH,P.: Erworbene Klappenfehler. In: Gross,R., Schölmerich,P.: Lehrbuch der Inneren Medizin. 291 - 309 (1973)

41 HERR,R.H., KLOSTER,F.E., SEZAI,Y., STARR,A.: Diagnosis and management of "ball-variance" following aortic valve replacement. Circulation 36, Suppl. 2,141 (1967)

42 BONCHEK,L.I., ANDERSON,R.P., STARR,A.: Mitral valve replacement with cloth-covered composite-seat prosthesis. Read at the 53rd Ann. Meeting of the Amer. Assoc. for Thorac Surg., Dallas, April 1973

43 BRAUN,L., MC GOON,D.C.: Früh- und Spätergebnisse nach Aortenklappenersatz mit einer SE Kugelprothese. Thoraxchirurgie 19,468 (1971)

44 BARNHORST,D.A., OXMAN,H.A., CONNOLLY,D.C., PLATH, J.R., DANIELSEN,G.K., WALLACE,R.B., MC GOON,D.C.: Isolated replacement of the mitral valve with the SE prosthesis. The Journal of thorac. and cardiovasc. Surg. Vol. 71, No. 2,230 (1976)

45 BIRCKS,W., REIDEMEISTER,CH., SADONY,V., SCHULTE, H.D., TARBIAT,S.: Diagnostic and therapeutic problems of septicemia after valvular replacement. J. cardiovasc. Surg. 13,385 (1972)

46 KREUTZBERG,B.: Die Mitralklappenfehler - chirurg. Teil. In: Derra,E., Bircks,W.: Handbuch der Thoraxchirurgie, Ergänzungswerk, II, 867-873

47 EFFERT,S., MARX,W.: Über die Behandlung des Vorhofflimmerns nach Mitralstenoseoperationen. Deutsche Med. Wochenschrift 92,691 (1967)

48 PROVAN,J.L., AUSTEN,W.G., SCANNEL,J.G.: Respiratory complications after open-heart surgery. J.thorac. cardiovasc. Surg. 51,626 (1966)

49 ELLIS,F.H.: Surgery for acquired mitral valve disease. Philadelphia - London: Saunders 1967

50 KRIAN,A., GRABENSEE,B., KÖRFER,R., RUMPF,P., WITTENHAGEN,D., ZUMFELDE,L., BIRCKS,W.: Erfahrungen in der Therapie des akuten Nierenversagens nach kardiovaskulären Operationen. Thoraxchirurgie 23,403 (1975)

51 KLOSTER,F.E.: Diagnosis and management of complications of prosthetic heart valves. The Americ. J. of Cardiology 35,872 (1975)

LEBENSLAUF

Am 7. April 1951 wurde ich als drittes Kind des Kaufmannes Hans Hoß und seiner Ehefrau Gerda, geb. Palmen, in Mönchengladbach geboren.

Ostern 1957 wurde ich in die Volksschule eingeschult; von 1961 an besuchte ich das Hugo-Junkers-Gymnasium in Rheydt, wo ich im Juni 1969 die Reifeprüfung bestand.

Von April 1970 bis März 1972 leistete ich den Wehrdienst in Itzehoe, Hamburg, Lütjenburg und München ab und wurde als Leutnant der Reserve entlassen.

Im Wintersemester 1972/73 begann ich das Studium der Humanmedizin an der Freien Universität Berlin. Seit dem Sommersemester 1973 bin ich an der Universität Düsseldorf immatrikuliert.

Im August 1974 legte ich die Ärztliche Vorprüfung ab, im August 1975 den Ersten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung, im August 1977 den Zweiten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung.

Von Oktober 1977 bis September 1978 leistete ich das Praktische Jahr am Lehrkrankenhaus Bethesda in Duisburg ab.

Am 24. Oktober 1978 bestand ich den Dritten Teil der Ärztlichen Prüfung und erhielt am 15. November 1978 die Approbation als Arzt.

Mönchengladbach, 30. November 1978

Herrn Dr. med. J. A. HERZER, Oberarzt der Chirurgischen Klinik B der Universität Düsseldorf, danke ich für die Überlassung des Themas dieser Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. med. J. A. HERZER für seine Anregungen und Ratschläge bei der Durchführung und Abfassung der Arbeit.

Herrn Dr. med. J. A. HERZER, Oberarzt der Chirurgischen Klinik B der Universität Düsseldorf, danke ich für die Überlassung des Themas dieser Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. med. J. A. HERZER für seine Anregungen und Ratschläge bei der Durchführung und Abfassung der Arbeit.